

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-143514

(43)公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 0 5 B 19/4069

B 2 3 Q 15/00

G 0 5 B 19/4068

G 0 5 B 19/405

B 2 3 Q 15/00

G 0 5 B 19/405

P

B

Q

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-321976

(22)出願日 平成9年(1997)11月10日

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72)発明者 古知屋 秀史

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 小池 昭彦

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

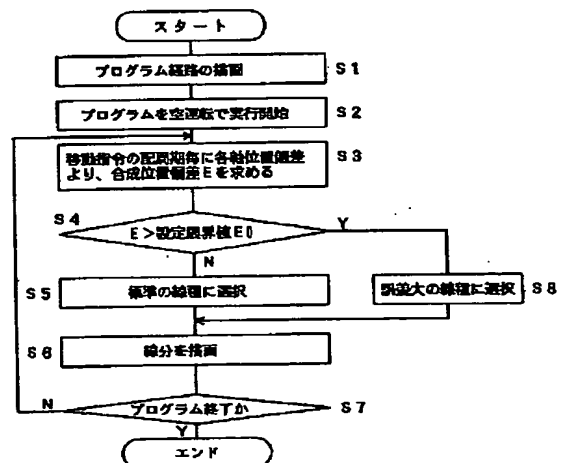
(74)代理人 弁理士 竹本 松司 (外4名)

(54)【発明の名称】 加工誤差チェックができる数値制御装置

(57)【要約】

【課題】 ワークに対して加工を行わずに、予め加工誤差を検証できる数値制御装置を提供する。

【解決手段】 プログラム経路を描画した後、ワークを加工することなく空運転でプログラムを実行する (S1, S2)。各軸位置偏差から合成位置偏差Eを求める (S3)。合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えているときと越えていないときでは線種を変えて、検出した工具現在位置を描画することによって実際の工具経路を得る。実際の工具経路で合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えているときには描画線種が異なるから、加工誤差が大きいことを知ることができる。この描画面を監視し加工条件を調整して、異なった線種が描画されない、すなわち設定限界値E0内の合成位置偏差Eとなる加工条件を描画面を監視することによって調整できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 ワークを加工しない空運転で加工プログラムを実行し、そのとき得られる実際の工具経路を表示装置に描画し、加工誤差をチェックできるようにした加工誤差チェックができる数値制御装置。

【請求項2】 ワークを加工しない空運転で加工プログラムを実行し、そのとき得られる位置偏差を表示装置に描画し、加工誤差をチェックできるようにした加工誤差チェックができる数値制御装置。

【請求項3】 ワークを加工しない空運転で加工プログラムを実行し、そのとき得られる実際の工具経路を表示装置に描画し、位置偏差が設定限界値を越える区間は線種を変えて上記実際の工具経路を描画する加工誤差をチェックできるようにした加工誤差チェックができる数値制御装置。

【請求項4】 加工プログラムのプログラム経路をも同一画面に描画する請求項1、請求項2または請求項3記載の加工誤差チェックができる数値制御装置。

【請求項5】 ワークを加工しない空運転で加工プログラムを実行し、位置偏差を監視して該位置偏差が設定限界値を越える指令がある加工プログラムのブロックは描画線種を変えて加工プログラム経路を表示装置に描画し、加工誤差をチェックできるようにした加工誤差チェックができる数値制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、数値制御装置によって制御される工作機械による加工において、加工誤差を予め検証できるようにした数値制御装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来のコンピュータ内蔵数値制御装置（以下CNCという）は、プログラムされた工具経路をグラフィックで表示する機能を有しているが、実際の工具経路が、このプログラムされた経路のとおりになるかを検証する手段は備えていない。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 CNCを利用した工作機械による機械加工においては、ワークに対して工具を相対的に移動させる駆動源としてサーボモータを用いている。このサーボモータを駆動制御するサーボ系には遅れがあり、この遅れを原因とする位置偏差と、加減速による加工誤差が生じる。これらの位置偏差を小さくし、かつ加工誤差を小さくするための方法、手段はいろいろ開発されているが、最終的に加工プログラムを実行した結果、加工されたワークに対してどの部位で加工精度がでないかを検証するには、実際に加工されたワークの形状を測定するしか方法がなかった。そのため、目標とする加工精度を得るには、加工条件（特に加工速度）を変更しながら多くの加工を行い、目標とする加工精度が得られるまで、加工と形状測定を繰り返し行うしか方

法がなく、数多くのワークを無駄にすると共に、時間と労働を無駄に消費するという問題があった。

【0004】 そこで、本発明の目的は、上記従来技術の欠点を改善し、予め加工誤差を検証できるCNCを提供することにある。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】 本発明は、ワークを加工しない空運転で加工プログラムを実行し、そのとき得られる実際の工具経路を表示装置に描画するか、そのとき得られる位置偏差を表示装置に描画することによって加工誤差をチェックできるようにした。また、位置偏差が設定限界値を越える区間に対してのみ線種を変えて実際の工具経路を描画することにより加工誤差をチェックできるようにした。これらの描画の際に、加工プログラムのプログラム経路を同一画面に描画することによってチェックを容易にした。

【0006】 また、位置偏差を監視して該位置偏差が設定限界値を越える指令がある加工プログラムのブロックのみ描画線種を変えて加工プログラム経路を表示装置に描画し、加工誤差が大きいことをチェックできるようにした。

**【0007】**

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は本発明を適用した一実施形態のCNC10と該CNC10によって駆動制御される工作機械、例えば、フライス盤等の要部を示すブロック図である。

【0008】 プロセッサ11はCNC10を全体的に制御するプロセッサであり、バス21を介してROM12に格納されたシステムプログラムを読み出し、このシステムプログラムに従って、CNC10を全体的に制御する。RAM13には一時的な計算データ、表示データ等が格納される。CMOSメモリ14は図示しないバッテリーでバックアップされ、CNC10の電源がオフにされても記憶状態が保持される不揮発性メモリとして構成され、加工プログラムを記憶する。

【0009】 インターフェイス15は外部機器用のインターフェイスであり、紙テープリーダー、紙テープパンチャー、フロッピーディスクドライバ等の外部機器72が接続される。紙テープリーダー、またはフロッピーディスクからは加工プログラムが読み込まれCMOSメモリ14に記憶される。また、CNC10内で編集されCMOSメモリ14に記憶された加工プログラムを紙テープパンチャーまたはフロッピーディスクドライバに出力することもできる。

【0010】 PMC（プログラマブル・マシン・コントローラ）16はCNC10に内蔵されたシーケンスプログラムで工作機械を制御する。即ち、加工プログラムで指令された機能に従って、これらシーケンスプログラムで工作機械側に必要な信号に変換し、I/Oユニット1

7から工作機械側に出力する。この出力信号により工作機械側の各種アクチュエータが作動する。また、工作機械側のリミットスイッチおよび表示器/MDI70と共に設けられた機械操作盤(図示せず)の各種スイッチ等の信号を受けて、必要な処理をして、プロセッサ11に渡す。

【0011】各軸の現在位置、アラーム、パラメータ、画像データ等の画像信号はCRTや液晶等で構成された表示器/MDIユニット70の表示装置に送られ、表示装置に表示される。インターフェイス18は表示器/MDIユニット70内のキーボードからのデータを受けてプロセッサ11に渡す。インターフェイス19は手動パルス発生器71に接続され、手動パルス発生器71からのパルスを受ける。手動パルス発生器71は工作機械側の機械操作盤に実装され、手動で機械可動部を精密に位置決めするために使用される。

【0012】軸制御回路30~32はプロセッサ11からの各軸の移動指令を受けて、各軸の指令をサーボアンプ40~42に出力する。サーボアンプ40~42はこの指令を受けて各軸のサーボモータ50~52を駆動する。X、Y、Z軸のサーボモータ50~52には位置速度検出用のパルスコードが内蔵されており、このパルスコードからの位置、速度のフィードバック信号が軸制御回路30~32にフィードバックされる。軸制御回路30~32に内蔵されたサーボ制御CPUの各々はこれらのフィードバック信号と前述の移動指令とに基づいて位置ループ、速度ループ、電流ループの各処理を行い、最終的な駆動制御のためのトルク指令を各軸毎に求めて各軸のサーボモータ50~52の位置、速度を制御する。

【0013】スピンドル制御回路60はスピンドル回転指令およびスピンドルのオリエンテーション等の指令を受けて、スピンドルアンプ61にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ61はこのスピンドル速度信号を受けて、スピンドルモータ62を指令された回転速度で回転させる。また、オリエンテーション指令によって、主軸位置を検出するポジションコード(図示せず)からのフィードバック信号に基づいて所定の位置にスピンドルモータ62の回転位置を位置決めする。

【0014】図2は本発明の加工誤差チェックの一実施形態におけるCNC10のプロセッサ11が実行する処理フローチャートである。加工誤差チェックモードにして加工プログラム実行指令が入力されると、プロセッサ11は、CMOS14に格納された加工プログラムを読みだし、該加工プログラムで指令された工具経路を表示器/MDI70の表示装置の画面に表示する(ステップS1)。この工具経路が例えば図3に符号Pで示す経路であったとする。次に、プロセッサ11は、該加工プログラムの先頭からプログラムを読みだし、ワークを加工しない状態の空運転で加工プログラムを実行開始する(ステップS2)。

【0015】プロセッサ11は、移動指令の分配周期毎に、プログラムで指令された移動指令に基づき各軸の軸制御回路30~32に分配移動指令(パルス)を出力し、各軸の軸制御回路30~32は、分配移動指令とパルスコードからフィードバックされる位置、速度のフィードバック信号に基づいて位置、速度ループ処理を行い、さらには電流ループ処理を行ってサーボアンプを介して各軸のサーボモータ50~52を駆動し、工具をワークが取り付けられるテーブルに対して相対的に移動させる(なお、ワークがテーブルに取り付けられていないため加工は行われず空運転となる)。そして、プロセッサ11は位置のフィードバック信号を軸制御回路30~32を介して受取り、各軸毎の現在位置を求め、各軸毎指令された位置から検出した現在位置を減じて位置偏差を求める。さらに、各軸の位置偏差を合成して合成位置偏差を求める。例えば、一般的に3次元加工の指令を想定し、X、Y、Z軸のそれぞれの位置偏差が $e_x$ 、 $e_y$ 、 $e_z$ であるとする、合成位置偏差 $E = (e_x^2 + e_y^2 + e_z^2)^{1/2}$ となる(ステップS3)。次にこの合成された位置偏差が設定限界値 $E_0$ を越えたか判断する(ステップS4)。すなわち、「 $E > E_0$ 」か否かを判断する。

【0016】この合成位置偏差 $E$ が設定限界値 $E_0$ を越えていない場合には、実際の工具経路を描画する標準の線種(ステップS1で描画したプログラム経路とは異なる線種、例えば、表示色、実線、破線等の線種を変える)を選択し(ステップS5)、ステップS3で検出された位置まで描画する(ステップS6)。図3では、プログラム経路Pの線幅よりも小さい幅の細線でこの実際の経路Qを描画している。また、合成位置偏差 $E$ が設定限界値 $E_0$ を越えている場合には、誤差大として設定されている線種を選択し(ステップS8)、ステップS3で検出された位置まで描画する(ステップS6)。図3では、合成位置偏差 $E$ が設定限界値 $E_0$ を越えている時、破線で描画した例を示している。

【0017】次にプログラム終了か判断し(ステップS7)、終了していなければ、順次ステップS3~S7、及びステップS8の処理を繰り返し実行し、プログラム終了まで空運転の実行が終了した段階では、図3に示すように、プログラム経路Pと実際の工具経路Qが線種を変えて描画され、かつ、合成位置偏差 $E$ が設定限界値 $E_0$ を越えている区間は、さらに別の線種(図3では破線)で実際の工具経路が描画されることになる。

【0018】この描画されたプログラム経路P及び実際の工具経路Qを観察し、必要によっては、描画面像を一部拡大して描画させ、合成位置偏差 $E$ が設定限界値 $E_0$ を越えている区間があるような場合や、満足いく実際の工具経路Qが得られない場合には、加工条件、例えば、加工速度、加工速度の加減速時定数等を変えて、再度空運転の加工誤差チェックモードによる加工プログラムの

実行を行い、合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えないような加工条件を求める。これによって、ワークを実際に加工することなく、加工誤差の少ない加工条件を得ることができる。

【0019】図4は、本発明の第2実施形態の加工誤差チェック処理のフローチャートである。この第2の実施形態では、実際の工具経路を描画するのではなく、合成位置偏差Eが設定限界値E0を越える区間があるブロックの移動指令の描画を他の移動指令の描画の線種と異なる線種で描画するようにしたものである。

【0020】加工誤差チェックモードにして加工プログラム実行指令が入力されると、プロセッサ11は、CMOS14に格納された加工プログラムを先頭からプログラムを読みだし、ワークを加工しない状態の空運転で加工プログラムの実行を開始する(ステップT1)。1ブロックを読み(ステップT2)、プログラムエンドか判断し(ステップT3)、プログラムエンドでなければ、前述したステップS3と同様の移動指令の分配周期毎に合成位置偏差Eを求める(ステップT4)。そして、この合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えているか否かを判断し(ステップT5)、越えていなければステップT7に進み、越えていれば、フラグFを「1」にセットして(ステップT6)、ステップT7に進む。なお、フラグFは初期設定で「0」にセットされている。ステップT7では、当該ブロックの移動指令の分配が終了しているか判断し、終了していなければ、ステップT4に戻り、分配周期毎に上述した合成位置偏差Eを求め、設定限界値E0を越えていないか判断し、越えているときのみフラグFを「1」にセットするステップT4～T7の処理を繰り返し実行する。

【0021】そして、当該ブロックの移動指令の分配が終了すると、フラグFが「1」にセットされているか否かを判断し(ステップT8)、フラグFが「0」で当該ブロックにおいて、1度も合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えていなければ、標準の線種を選択し(ステップT9)、その選択線種で当該ブロックの移動指令のプログラム経路Pを描画する(ステップT11)。図5は、この実施形態での描画例であり、標準の線種は実線で表している。また、1度でも合成位置偏差Eが設定限界値E0を越え、フラグFが「1」であると、誤差大の線種を選択し(ステップT13)、その選択線種で当該ブロックの移動指令のプログラム経路P'を描画する(ステップT11)。図5では誤差大の線種を破線で表している。

【0022】そして、フラグFを「0」にセットし、ステップT2に戻り次のブロックの処理を開始する。以下ステップT2～T12、及びT13の処理を各ブロック毎実行し、図5に示すようなプログラム経路を描画し、プログラムエンドが読まれると、この加工誤差チェック処理を終了する。

【0023】こうして得られた、プログラム経路の描画を観察し、誤差大の線種(破線)で描画されたブロックの経路があれば、そのブロックの送り速度等の加工条件を調整し、誤差大の線種の描画がなくなるまで加工誤差チェックの空運転によるプログラム実行を行い、最適な加工条件を見つけだす。

【0024】図6は、第3の実施形態による描画状態を表した図である。図6中左側はプログラム経路Pを描画したもので、図6の右側は実際の工具経路Qを描画したものである。この実施形態の場合には、第1の実施形態における処理と異なる点は、図2におけるステップS3～S5、及びS8の処理が異なるもので、単に、実際の工具経路を描画するだけである。すなわち、ステップS1でプログラム経路Pを図6のように描画し、その後、プログラムを空運転で実行を開始し(ステップS2)、ステップS3の処理では位置偏差を求めることなく、フィードバックされてくる現在位置のみを求め、ステップS6に移行して、この求めた現在位置を表示装置の表示画面にプロットし線で結び、この処理をプログラム終了まで実行し、図6の実際の工具経路Qとして描画するものである。

【0025】この描画されたプログラム経路Pと実際の工具経路Qを比較対照しながら観察し、実際の工具経路Qがプログラム経路Pより大きくずれ、望ましい加工形状が得られないような場合には、加工速度、加減速時定数等の加工条件を調整し、再度加工誤差チェックの空運転を実行して同様な実際の工具経路Qを得て、満足のいける実際の工具経路Qが得られるまで加工条件を調整する。

【0026】なお、図2に示す処理を実行し、現在位置の描画位置を図3に示すようにプログラム経路と重なり合わせずに、図6のように並列に描画しても良く、この場合には、合成位置偏差Eが設定限界値E0を越えた箇所には、図3に示すように異なった線種で実際の工具経路Qが描画されることになる。また、図6のように、プログラム経路Pと実際の工具経路Qを並列に描画するのではなく、重ねて描画してもよい。この場合にはプログラム経路Pと実際の工具経路Qの線種(特に色)を変えて描画すれば、形状誤差の検出も容易となる。

【0027】図7は、第4の実施形態による描画状態を表した図である。図7中左側はプログラム経路Pを描画したもので、図7の右側は合成された位置偏差Eを時間の関数として描画したものである。この第4の実施形態での処理は、図2の処理フローチャートにおいて、ステップS3で合成位置偏差Eを求めるまでは同一であり、その後ステップS4、S5、S6、S8の処理を行わずに、分配周期毎求めた合成位置偏差Eを時間の関数として図7の位置偏差グラフのようにプロットして線で結ぶ処理を行い、ステップS7に移行してプログラムが終了するまでこの処理を繰り返し実行するものである。そし

て、図7のような描画を得る。なお、この位置偏差グラフに位置偏差限界値として $\pm E0$ の線を描画しておけば、限界値 $E0$ を越えたか否かが直ちに判明できる。

【0028】この位置偏差グラフを監視し、位置偏差 $E$ が大きい箇所があれば、全体的に、もしくはその対応する部分に対して加工速度や加減速時定数等の加工条件を変えて再度加工誤差チェックの空運転を実行して、位置偏差グラフを得て、満足できる位置偏差グラフが得られるまでこの加工条件の調整を行えばよい。

【0029】なお、上記各実施形態では、プロセッサ11が各軸軸制御回路30～31を介して、各軸現在位置を示す位置のフィードバック信号を受信し、指令位置からこの現在位置を減じて各軸の位置偏差を求めているが、位置偏差は、各軸軸制御回路30～31の位置ループ制御によって求められているから（位置偏差を求めるレジスタ等によって求められている）、この各軸位置偏差をプロセッサ11が読み出すようにしてもよい。

【0030】

【発明の効果】本発明では、実際に加工を行わずに、サーボ系の遅れや加減速に伴う位置偏差の状態を監視できるから、位置偏差によって生じる加工誤差を容易に監視できる。しかも、位置偏差による加工誤差が描画されるから、加工誤差を測定するという作業を行う必要がなく、加工条件の調整が容易で、短時間で最適な加工条件

を求めることができる。さらに、実際に加工を行わないから、ワークを無駄にすることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する実施形態のCNCの要部ブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の加工誤差チェック処理のフローチャートである。

【図3】同第1の実施形態における描画面面の説明図である。

【図4】本発明の第2の実施形態の加工誤差チェック処理のフローチャートである。

【図5】同第2の実施形態における描画面面の説明図である。

【図6】本発明の第3の実施形態における描画面面の説明図である。

【図7】本発明の第4の実施形態における描画面面の説明図である。

【符号の説明】

10 数値制御装置（CNC）

50、51、52 サーボモータ

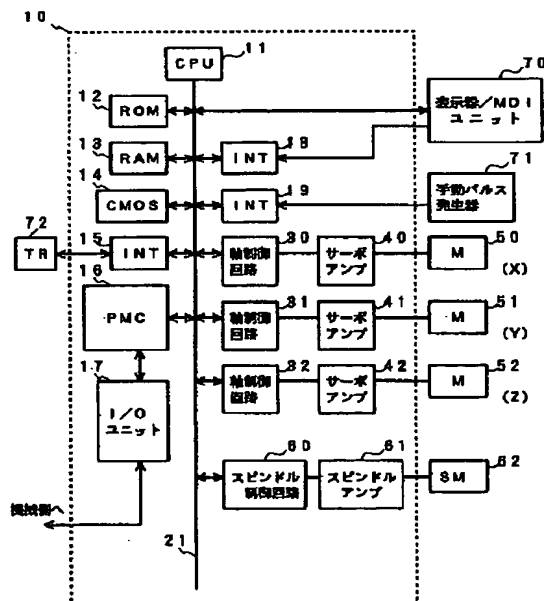
62 スピンドルモータ

70 表示器／MDI

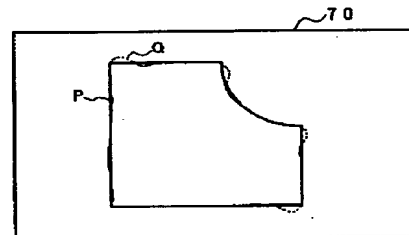
P プログラム経路

Q 実際の工具経路

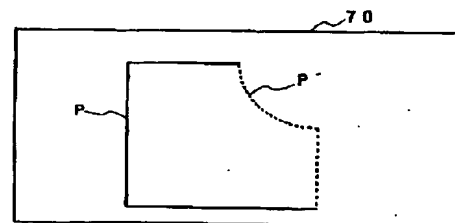
【図1】



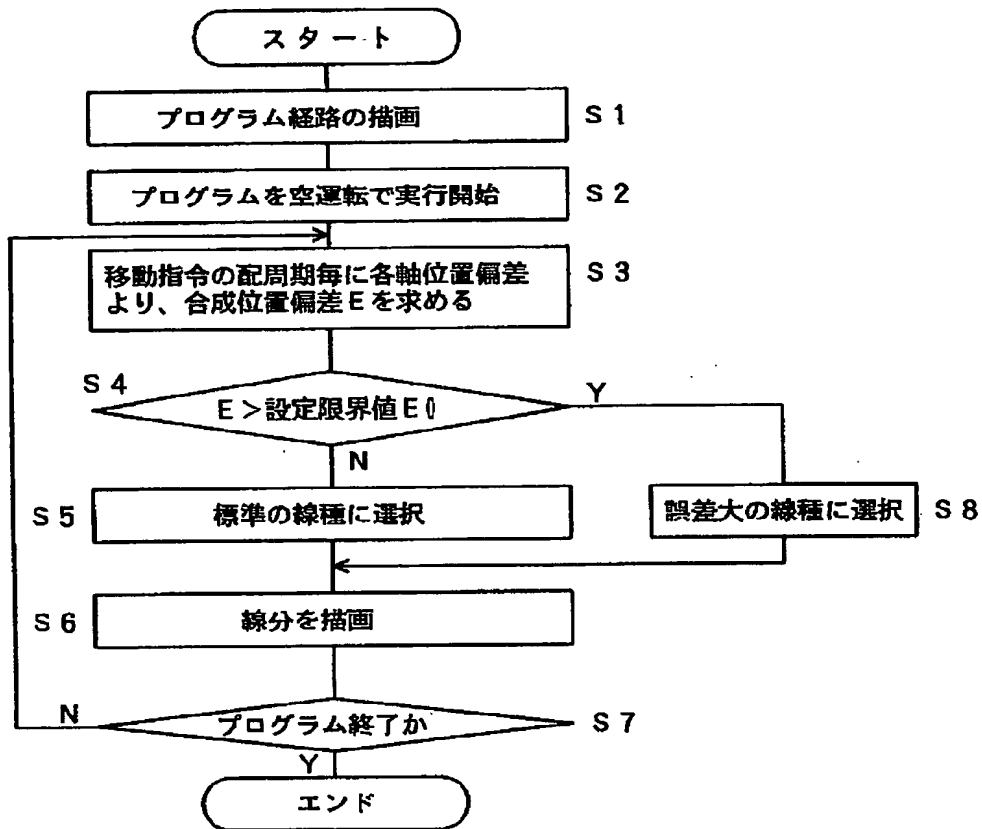
【図3】



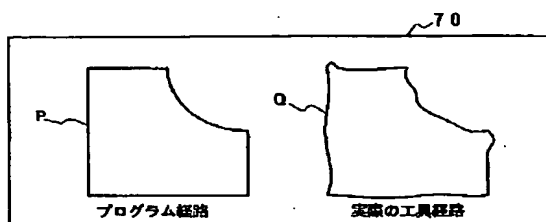
【図5】



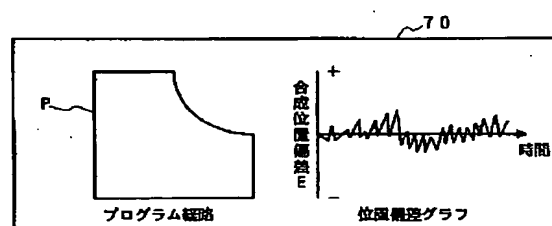
【図2】



【図6】



【図7】



【図4】

